



US006348280B1

(12) **United States Patent**  
**Maeda et al.**

(10) **Patent No.:** **US 6,348,280 B1**  
**(45) Date of Patent:** **\*Feb. 19, 2002**

(54) **FUEL CELL**

5,902,692 A \* 5/1999 Batawi ..... 429/34  
 6,066,409 A \* 5/2000 Ronne et al. .... 429/39

(75) **Inventors:** **Hideo Maeda; Hisatoshi Fukumoto;**  
**Kenro Mitsuda, all of Tokyo (JP)**

(73) **Assignee:** **Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,**  
**Tokyo (JP)**

(\*) **Notice:** This patent issued on a continued prosecution application filed under 37 CFR 1.53(d), and is subject to the twenty year patent term provisions of 35 U.S.C. 154(a)(2).

Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

#### FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EP 0749171 A1 \* 12/1996 ..... H01M/8/02  
 JP 5-94831 4/1993  
 JP 8-306381 11/1996

\* cited by examiner

*Primary Examiner*—Mark F. Huff

*Assistant Examiner*—Daborah Chacko-Davis

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Oblon, Spivak, McClelland, Maier & Neustadt, P.C.

(21) **Appl. No.:** **09/349,233**

(22) **Filed:** **Jul. 8, 1999**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Dec. 24, 1998 (JP) ..... 10-366823

(51) **Int. Cl.<sup>7</sup>** ..... **H01M 2/14; H01M 2/18;**  
**H01M 8/10**

(52) **U.S. Cl.** ..... **429/38; 429/34; 429/39;**  
**429/32**

(58) **Field of Search** ..... **429/34, 38, 39,**  
**429/32**

(56) **References Cited**

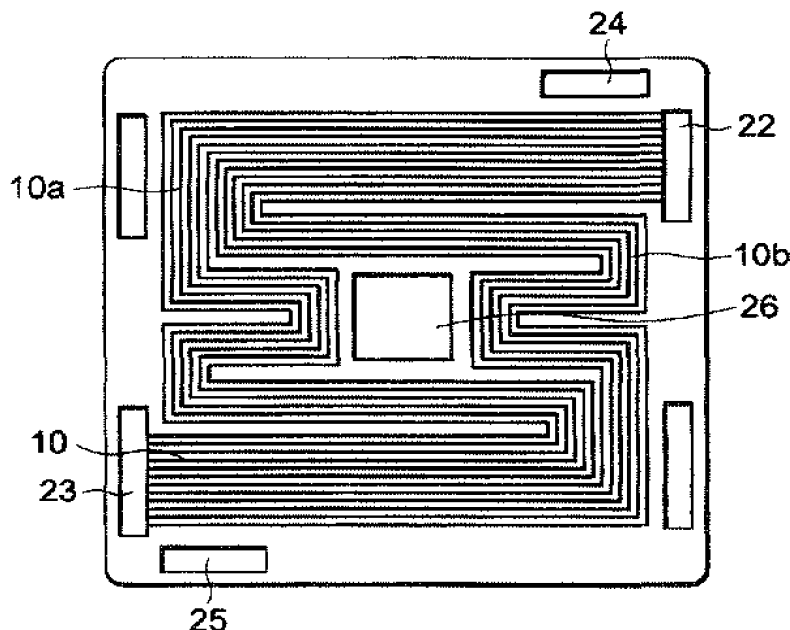
#### U.S. PATENT DOCUMENTS

5,484,666 A 1/1996 Gibb et al. .... 429/34

(57) **ABSTRACT**

There is obtained a fuel cell which has stable characteristics and produces high voltage/high output. The fuel cell uses a laminate in which single cells each including an anode, a cathode, and an electrolyte film sandwiched therebetween are sequentially stacked on each other through a separator plate. Fuel flow channels and oxidant flow channels are provided in the separator plate, and communicating holes are provided at the midway portion thereof. The flow channels in the separator plate communicate, through the communicating holes, with the flow channels in another separator plate through which the same kind of gas flows so that the same kind of gases flow into each other.

**9 Claims, 7 Drawing Sheets**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-195529

(P2000-195529A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 M 8/02  
8/24

H 0 1 M 8/02  
8/24

R 5 H 0 2 6  
R  
T

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-366823

(22) 出願日

平成10年12月24日 (1998. 12. 24)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 前田 秀雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 福本 久敏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

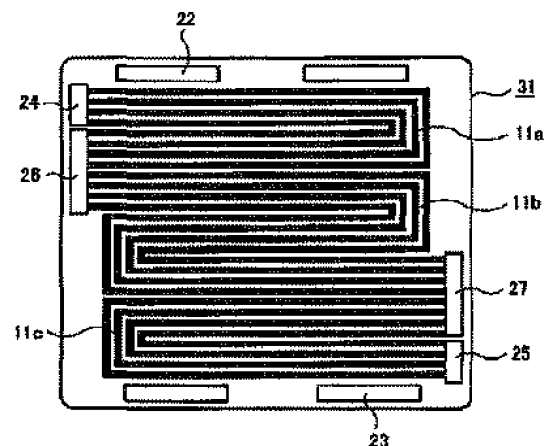
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 安定した特性を有し、高電圧・高出力の燃料電池を得る。

【解決手段】 燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持した単セルをセパレータ板を介して順次積層した積層体を用いたものである。セパレータ板31には燃料流路11a~11cおよび酸化剤流路を設け、その途中部分には、連通孔26、27を備える。連通孔26、27により他のセパレータ板の同種のガスが流れるガス流路と連通し同種のガス同士が合流する。



11a, 11b, 11c: 燃料流路

22: 酸化剤供給口

23: 酸化剤排出口

24: 燃料供給口

25: 燃料排出口

26: 第1の連通孔

27: 第2の連通孔

31: セパレータ板

## 【特許請求の範囲】

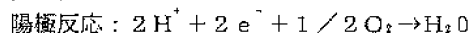
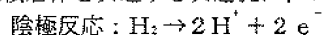
【請求項 1】 電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記セパレータ板の上記流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、上記燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにしたことを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】 セパレータ板において、連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】 セパレータ板において、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 4】 セパレータ板において、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路の投影面に配置したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 5】 電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記電極の面内重心位置に設け上記積層体を貫通する貫通孔に、シャフ\*



【0003】 このとき燃料電極上で水素はプロトンとなり、水を伴って電解質体中を酸化剤電極上まで移動し、酸化剤電極上で酸素と反応して水を生ずる。従って、上記のような燃料電池の運転には、水素ガスや酸素ガス等の反応ガスの供給と排出、電流の取り出しが必要となる。

【0004】 燃料電池から電流を取り出すとともに、反応ガスと水を効率よく流通させるセパレータ板が、例えば特開平 3-206763 号公報（米国特許第 5,108,849 号）に示されている。図 10 は、特開平 3-206763 号公報（米国特許第 5,108,849 号）に示されている燃料電池における単セルの概念的な構成を説明するための断面図であり、図において、1、2 は導電性のセパレータ板、3 は酸化剤電極、4 は燃料電極、5 は例えばプロトン導電性の固体高分子を用いた電解質体であり、電解質体 5、酸化剤電極 3 および燃料電極 4 により単セルを構成する。10 はセパレータ板 1 の一方の面に蛇腹溝状に複数個並行して形成され、上記酸化剤電極 3 に酸化剤として例えば酸素ガスを供給するための酸化剤流路、11 はセパレータ板 2 に蛇腹溝状に

\* トを挿入し、このシャフトの周りに設け上記電極面積の 2～8 割の断面積の弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたことを特徴とする燃料電池。

【請求項 6】 上記セパレータ板の流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通した連通孔を設けたことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池。

【請求項 7】 連通孔を電極の面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とすることを特徴とする請求項 6 に記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば電気自動車等で使用されるもので、電気化学的な反応を利用して発電する燃料電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 燃料電池は周知のように、電解質を介して一対の電極を接触させ、この一方の電極に燃料を、他方の電極に酸化剤を供給し、燃料の酸化を電池内で電気化学的に生じさせることにより化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。燃料電池には電解質によりいくつかの型があるが、近年高出力の得られる燃料電池として、電解質に固体高分子電解質膜を用いた固体高分子型燃料電池が注目されている。例えば燃料電極に燃料として水素ガスを、酸化剤電極に酸化剤として酸素ガスを供給し、外部回路より電流を取り出すとき、下記化学反応式で示されるような反応が生じる。



複数個並行して形成され、上記燃料電極 4 に燃料として例えば水素ガスを供給するための燃料流路である。

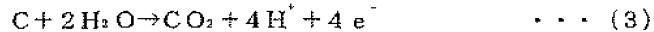
【0005】 図 11 は、上記図 10 に示した従来の燃料電池におけるセパレータ板 1 の上面を示す説明図であり、以下図 10 を併用して説明する。即ち、20 はセパレータ板 1 の主表面、21 はセパレータ板 1 における電極 3 を支持する電極支持部分、22 はセパレータ板 1 に形成され酸化剤として空気を供給する酸化剤供給口、23 は空気を排出するための酸化剤排出口、24 は燃料を供給する燃料供給口、25 は燃料を排出するための燃料排出口である。なお、上記セパレータ板 1、2 においては、主表面を削って形成された溝と電極 3、4 に囲まれた空間によって酸化剤流路 10 および燃料流路 11 が構成されている。

【0006】 以下、上記燃料電池の動作を上記図 10 および図 11 を用いて説明する。セパレータ板 1 の空気供給口 22 より供給された酸素ガスは、並行して走る複数の酸化剤流路 10 を流れながら酸化剤電極 3 に供給され、一方、水素ガスは上記酸化剤と同様に、燃料流路 11 より燃料電極 4 に供給される。このとき、酸化剤電極

3と燃料電極4は電氣的に外部に接続されているので、酸化剤電極3側では上記化学反応式(2)の反応が生じ、酸化剤流路10を通して未反応の酸素ガスと水が燃料排出口25に排出される。また、このとき燃料電極4側では上記化学反応式(1)の反応が生じ、未反応の水素ガスは同様に燃料流路11を通じて燃料排出口25より排出されることとなる。この反応によって得られた電子は電極3、4から電極支持部分21を経由してセパレータ板1、2を通して流れる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のセパレータ\*



【0008】また、セル面内で反応分布を均一にするため、セル面内にかかる荷重を分散するために、米国特許第5,484,666号に示すように電極有効面内に複数の貫通孔を設け、締め付けを行う工夫もされているが、電極内に複数の孔を開けるため、ガス流路が複雑になったり、ガスシール等で余分な面積のロスが増えるといった課題があった。

【0009】本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、安定した特性を有し、高電圧・高出力の燃料電池を得ることを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記セパレータ板の上記流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流路と連通する連通孔を備え、上記燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにしたものである。

【0011】本発明に係る第2の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいものである。

【0012】本発明に係る第3の燃料電池は、上記第1または第2の燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいものである。

【0013】本発明に係る第4の燃料電池は、上記第1ないし第3のいずれかの燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路の投影面に配置したものである。

【0014】本発明に係る第5の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、

\*板ではガス流速を速くして生成した水を排出できるように工夫していたが、複数ある流路中のどれかが閉塞してしまった場合、その流路の受け持つ電極面での発電は不可能となり、実質反応面積が減少して、特性が低下することがあった。また、複数のセルを積層した積層体では、積層体内の一つのセルでも燃料欠乏が生じた場合、下記化学反応式(3)のように電極やセパレータ板等の構成部材であるカーボンに腐食が生じ、致命的なダメージを受けて発電効率が極端に落ちてしまうという課題があった。

10

上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記電極の面内重心位置に設け上記積層体を貫通する貫通孔に、シャフトを挿入し、このシャフトの周りに設け上記電極面積の2~8割の断面積の弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたものである。

【0015】本発明に係る第6の燃料電池は、上記第5の燃料電池において、上記セパレータ板の流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通した連通孔を設けたものである。

【0016】本発明に係る第7の燃料電池は、上記第6の燃料電池において、連通孔を電極の面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とするものである。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルをセパレータ板を介して順次積層した積層体を用いたものである。上記セパレータ板には、燃料流体と酸化剤流体がそれぞれ流れながら上記各電極に供給されるように燃料流路と酸化剤流路とを設け、さらに上記流路の途中部分には、他のセパレータ板の同種の流体が流れる流路と連通する連通孔を設ける。上記連通孔によって、電極面上で上記燃料と酸化剤が反応する途中で同種の流体同士が合流するので、合流地点の入口側か出口側のいずれか一方の側の流路に閉塞が生じて、他方に流体が流れるので燃料または酸化剤を流通させることができ、積層体のセル特性のばらつきが小さく、安定して高い特性を出すことができる。

【0018】本発明の第2の実施の形態の燃料電池は、上記セパレータ板において連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいので、反応により燃料または酸化剤の体積が下流側で減少しても、流路の断面積が小さいので、上流側とほぼ同じ流速を保つことができ、積層体での反応ガスの流速を安定して保つことができるので、積層体のセル特性のばらつきが小

50

さく、安定して高い特性を出すことができる。

【0019】本発明の第3の実施の形態の燃料電池は、上記セパレータ板において、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいので、積層体中で燃料流量にバラツキがあり、セパレータ板の連通孔手前（上流側）で燃料濃度に差が生じて、連通孔部分で濃度分布がならされ、さらに下流側では電極面積が少ないので各積層体でほぼ均等に燃料が行き渡り、安定して高い特性を出すことができる。

【0020】本発明の第4の実施の形態の燃料電池は、例えば上記セパレータ板の燃料流路を設けた反対の面に酸化剤流路を設け、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路（例えば酸化剤流路のセパレータ板からの排出口領域）の投影面に配置すると、酸化剤電極および燃料電極に供給される酸化剤および燃料の濃度が低くなる下流域が一致しているので、下流域での反応量が相対的に少なくなり、下流域での燃料欠乏の可能性が低くなり、安定して高い特性を出すことができる。

【0021】本発明の第5の実施の形態の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルをセパレータ板を介して順次積層した積層体を用いたもので、上記セパレータ板には、燃料流体と酸化剤流体がそれぞれ流れながら上記各電極に供給されるように燃料流路と酸化剤流路とを設ける。さらに、上記電極の面内重心位置で上記積層体を貫通する貫通孔を設け、この貫通孔にシャフトを挿入し、このシャフトの周りに上記電極面積の2〜8割の断面積の弾性体を設け、この弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたもので、電極面の有効面を均一にリング状に面圧をかけることができる。

【0022】本発明の第6の実施の形態の燃料電池は、上記セパレータ板に燃料または酸化剤の流体が流れながら上記各電極に供給されるような燃料流路または酸化剤流路を設け、この流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種の流体が流れる流路と連通した連通孔を備えたもので、電極面に均一にリング状に面圧をかけるとともに、上記流体が積層体内の他のセパレータ板の同種の流体と合流することができ、積層体のセル特性のばらつきが小さく、安定して高い特性を出すことができる。

【0023】本発明の第7の実施の形態の燃料電池は、連通孔を電極の面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とするもので、締め付けシャフトの孔と連通孔を共有できるので構成が簡単になる。

【0024】

【実施例】実施例1. 図1は本発明の一実施例の燃料電池に用いる積層体におけるセパレータ板31の燃料流路

を設けた面の平面図であり、図中22は酸化剤供給口、23は酸化剤排出口、24は燃料供給口、25は燃料排出口、26は燃料供給口24から燃料排出口25への燃料の流れにおいて上流側に設けた第1の連通孔、27が下流側に設けた第2の連通孔で、11aは燃料供給口24から第1の連通孔26までの燃料流路（以下、上流部の燃料流路ともいう）、11bは第1の連通孔26から第2の連通孔27までの燃料流路（以下、中流部の燃料流路ともいう）、11cは第2の連通孔27から燃料排出口25間の燃料流路（以下、下流部の燃料流路ともいう）である。

【0025】次に動作について説明する。燃料供給口24から入った燃料は燃料流路11a〜11cに沿ってセパレータ板内を流れ、排出口25から出ていく。この時、第1の連通孔26および第2の連通孔27において、上記燃料流路は積層体内の他のセパレータ板に設けた燃料流路と連通しており燃料同士は合流することができる。ここで、セパレータ板31において、例えば上流部の燃料流路11aが水滴によって閉塞した場合、上流部の燃料流路11aの流路が切られている部分の面積では発電は起こらないが、中流部の燃料流路11bおよび下流部の燃料流路11cでは燃料が第1の連通孔26または第2の連通孔27を経由して他のセパレータ板から補給されるので発電を継続することができる。その場合、このセルでは電流密度が増大して発熱量が大きくなるので、温度が上昇し上流部の燃料流路11aの水分が飛びしばらくすると面内全域で発電できるようになった。なお、本発明の実施例を燃料流路について説明したが、酸化剤流路についても同様に効果が得られる。

【0026】実施例2. 図2は本発明の一実施例の燃料電池に用いる積層体におけるセパレータ板31の燃料流路を設けた面の平面図で、11dは燃料供給口24から第1の連通孔26までの燃料流路（以下、上流部の燃料流路ともいう）、11eは第1の連通孔26から第2の連通孔27までの燃料流路（以下、中流部の燃料流路ともいう）、11fは第2の連通孔27から燃料排出口25間の燃料流路（以下、下流部の燃料流路ともいう）である。電極有効面積は $225\text{ cm}^2$ で、上記燃料流路11d〜11fは並行流路であり、上流部の燃料流路11d、中流部の燃料流路11eおよび下流部の燃料流路11fの溝の断面積は各々 $1.2\text{ mm}^2$ 、 $0.9\text{ mm}^2$ および $0.6\text{ mm}^2$ である。

【0027】次に動作について説明する。燃料供給口24から入った燃料例えば水素は燃料流路11d〜11fに沿ってセパレータ板内を流れ、排出口25から出ていく。この時、第1の連通孔26および第2の連通孔27では、積層体内の他のセパレータ板を流れる燃料と合流する。ここで、水素（燃料）は、反応にともなって消費され下流へいくほど流量が減少していくが、本実施例では、上流側の流路11dから下流側の流路11fまでほ

ば燃料の流速は  $5\text{ m/s}$  となり、セル面内で発生した水滴を滞りなく排出させることができた。一方、全面にわたって上流部の燃料流路 11d と同じ流路断面積で統一した場合には、中流部の燃料流路 11e および下流部の燃料流路 11f での流速が減少し、水滴が滞留する頻度が増加した。また、全面にわたって下流部の燃料流路 11f と同じ流路断面積で統一した場合には、水滴の滞留はなくなったが、圧力損失が大きくなり、補機動力が余分に必要になった。さらに、本実施例では燃料流路の断面積を上記のように変化させたが、同じ流路断面積のもの本数を変化させても同様の効果が得られる。また、本実施例では連通孔を 2ヶ所設けた場合を示したが、本発明は連通孔の数にはよらない。

【0028】実施例 3. 図 3 は本発明の一実施例の燃料電池に用いる積層体におけるセパレータ板 31 の燃料流路面の平面図であり、11g は燃料供給口 24 から連通孔 27 までの燃料流路（以下、上流部の燃料流路ともいう）、11h は連通孔 27 から燃料排出口 25 間の燃料流路（以下、下流部の燃料流路ともいう）である。連通孔 27 が一つだけ全燃料流路の中間部分より下流側に設けられているので、セパレータ板において連通孔 27 より下流部の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が上流部の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積より小さい。燃料電極の有効面積は  $225\text{ cm}^2$  で、燃料流路 11g、11h は 10 本の並行流路であり、上流部の燃料流路 11g の溝の断面積は  $1.2\text{ mm}^2$  で、燃料電極面積  $160\text{ cm}^2$  分を流れている。下流部の燃料流路 11h は  $0.6\text{ mm}^2$  で、電極面積  $65\text{ cm}^2$  分を流れている。

【0029】次に動作について説明する。燃料供給口 24 から入った燃料例えば水素は燃料流路 11g、11h に沿ってセパレータ板内を流れ、排出口 25 から出ていく。この時、連通孔 27 では、積層体内の他のセパレータ板を流れる燃料と合流する。ここで、水素（燃料）は、反応にともなって消費され例えばメタノール改質ガスでは入り口の水素濃度は約 75%（炭酸 25%：ドライベース）であるが、下流へいくほど濃度は低下し、燃料利用率が 70% の場合、出口 25 では 47% となる。電極面内で反応が均一な場合には、連通孔 27 部分では 60% となる。

【0030】ここで、各セパレータ板を流れるガスの流量にバラツキがある場合、例えば流量のバラツキが 10% の場合には流量の少ない単セルでの出口水素ガス濃度は約 37% にまで低下し、性能が低下するばかりか、部分的に水素欠乏が生じて致命的なダメージを受ける場合がある。しかし、下流側に連通孔を設けたために、そこで水素濃度が他の単セルとほぼ同レベルに戻ることにによって水素欠乏等のダメージの防止を行うことができた。

【0031】なお、連通孔が燃料流路全体の間地点より上流の場合つまり、各燃料流路を流れる燃料が供給さ

れる燃料電極面積が上流側より下流側のほうが大きい場合、連通孔 27 での水素濃度は 66% 以上となるので、連通孔 27 により積層体内の各セパレータ板を流れるガス組成をならしてもほとんど効果が現れることはない。なお、本実施例においては連通孔より上流側と下流側の燃料流路の断面積を上流側より下流側で小さくしたが、断面積が同じでも、連通孔を流路全体の下流側に設けることにより同様の効果を得ることができる。

【0032】実施例 4. 図 4 (a)、(b) は各々本発明の一実施例の燃料電池に用いる積層体におけるセパレータ板 31 の燃料流路が設けられた面 (a) および酸化剤流路が設けられた面の平面図で、連通孔 26 は燃料流路にのみ設けられている。図中、11i は燃料供給口 24 から連通孔 26 までの燃料流路（以下、上流部の燃料流路ともいう）、11j は連通孔 26 から燃料排出口 25 間の燃料流路（以下、下流部の燃料流路ともいう）である。本実施例においては、セパレータ板の燃料流路が設けられた面において、連通孔 26 より下流側の燃料流路 11j を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が上流側の燃料流路 11i を流れる燃料が供給される面積より小さく、かつ、上記下流部の燃料流路 11j を設けた領域と酸化剤流路 10 の出口領域の投影面が重なるようにした。上記燃料電極の有効面積は  $225\text{ cm}^2$  で、燃料流路 11i、11j は 10 本の並行流路であり、上流部の流路 11i の溝の断面積は  $1.2\text{ mm}^2$  で、電極面積  $171\text{ cm}^2$  分を流れている。下流部の燃料流路 11j の溝の断面積は  $0.6\text{ mm}^2$  で、電極面積  $54\text{ cm}^2$  分を流れている。空気流路 10 は 12 本の並行流路であり、途中で連通孔の穴を避けるために 6 本ずつに分岐して流れている。

【0033】次に動作について説明する。燃料供給口 24 から入った燃料は燃料流路 11i ~ 11j に沿ってセパレータ板内を流れ、排出口 25 から出ていく。この時、連通孔 26 では、積層体内の他のセパレータ板を流れる燃料と合流する。ここで、燃料は、反応にともなって水素が消費され例えばメタノール改質ガスでは入り口の水素濃度は約 75%（炭酸 25%：ドライベース）であるが、下流へいくほど濃度は低下し、燃料利用率が 70% の場合、出口 25 では 47% となる。電極面内で反応が均一な場合には、連通孔 26 部分では 58% となる。しかし、上流側では空気側も酸素濃度が高いため上流側での反応量は面全体の 88% に達し、連通孔での水素濃度は 54% にまで低下した。しかし、下流側ではガス消費が通常の半分以下ですむので下流側でのガス欠乏はほとんど無く、安定して運転することができた。

【0034】実施例 5. 図 5 は、本発明の一実施例の燃料電池の斜視図であり、図中 41 は燃料電池、42、43 は端板、45 は貫通孔を貫通するシャフトで、貫通孔は電極中央に設け積層体を貫通する。44 は弾性体である皿バネでシャフト 45 の周りに設けられ、シャフト 4

5を軸として、リング状の弾性体を用いて締め付けをおこなっている。46は周辺部のシャフトである。電極は15cm角、皿パネには内径64mm、外形125mm、板厚5mmのものを使用した。

【0035】また、図6は図5に示した燃料電池に用いる積層体を形成するセパレータ板の平面図であり、図中51はセパレータ板、52は中央部に設置した貫通孔、53は周辺部に設置した4つの締め付け棒用の孔、54は皿パネが端板に当たる部分を投影したものである。

【0036】次に動作について説明する。図7は、図5に示す燃料電池における積層体の端板直下のセパレータ部分にかかる面圧分布を示した説明図で、図中55は電極であり、図中に示す数値は面圧である。即ち、電極部にかかる面圧は $3.6 \text{ kg/cm}^2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ の範囲に収まり、セル平均の抵抗値は $0.25 \text{ m}\Omega$ であった。一方、図8は比較のために示すもので、図5に示すように電極中央に貫通孔を設けず、周辺部分に均等に8個所の締め付け部分を設けて図5に示すように積層体を締め付けた場合の面圧分布を示す説明図であるが、この場合、電極部分にかかる面圧は $3 \text{ kg/cm}^2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ と大きくばらつき、また面積平均では $3.6 \text{ kg/cm}^2$ しかかけることができず、抵抗値は $0.3 \text{ m}\Omega$ となった。

【0037】また、図5に示す燃料電池において、中央を締め付ける弾性体44のリング状の皿パネの径を様々に変化させて面圧分布を測定したところ、リング径を電極長さと同じ150mm（面積8割相当）以上にした場合、中央部の締め付け力が弱く抵抗値が急増し、またリング径を75mm以下（面積2割相当）にした場合も中央部分のみに力が集中し、面積として多数を占める電極の端から2cm程度内側より外の面圧が低下し抵抗値が急増した。以上のことから、上記弾性体の断面積は上記電極面積の2～8割であるのが望ましい。

【0038】実施例6. 図9は本発明の一実施例の燃料電池を形成する積層体におけるセパレータ板61の燃料流路が設けられた面の平面図であり、連通孔62を電極中央部に設けて積層体を貫通する貫通孔とした。連通孔は実施例1～4における連通孔と同様に作用する。また、この貫通孔に締め付けシャフト45を貫通し、このシャフトの周辺部にリング状の弾性体を設け積層体の両端部において積層体を締め付けている。

【0039】本実施例では、中央シャフトからの皿パネによる締め付けによって圧力分布が均一になって特性が高くなったのに加え、連通孔により、流路閉塞による反応面積の減少が抑制したことによって積層体内の特性のばらつきおよび平均セル特性ともに改善することができた。

【0040】なお、上記図において、燃料流路および酸化剤流路の数は、便宜上記載したもので、本発明の実施例はこれに限定されるものではなく、また実施例に記し

た上記流路の数と必ずしも一致していない。

【0041】

【発明の効果】本発明の第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記セパレータ板の上記流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、上記燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにしたもので、安定して高い特性を得ることができる。

【0042】本発明の第2の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいもので、積層体での反応ガスの流速を安定して保つことができるので、積層体のセル特性のばらつきが小さく、安定して高い特性を出すことができる。

【0043】本発明の第3の燃料電池は、上記第1または第2の燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいもので、各積層体ではほぼ均等に燃料が行き渡り、安定して高い特性を出すことができる。

【0044】本発明の第4の燃料電池は、上記第1ないし第3のいずれかの燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路の投影面に配置したもので、安定して高い特性を出すことができる。

【0045】本発明の第5の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記電極の面内重心位置に設け上記積層体を貫通する貫通孔に、シャフトを挿入し、このシャフトの周りに設け上記電極面積の2～8割の断面積の弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたもので、抵抗が小さくなり特性が向上する。

【0046】本発明の第6の燃料電池は、上記第5の燃料電池において、上記セパレータ板の流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通した連通孔を設けたもので、抵抗が小さくなり特性が向上し、安定して高い特性を出すことができる。

【0047】本発明の第7の燃料電池は、上記第6の燃料電池において、連通孔を電極の面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とするもので、締め付けシャフトの孔と連通孔を共有できるので構成が簡単になる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

【図 2】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

【図 3】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

【図 4】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

【図 5】 本発明の一実施例の燃料電池の斜視図である。

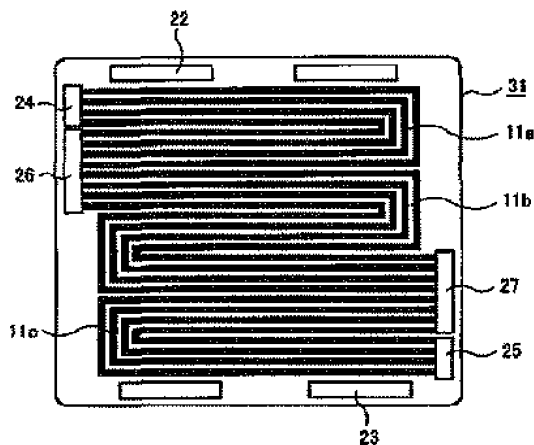
【図 6】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

【図 7】 本発明の一実施例に係わるセパレータ部分にかかる面圧分布を示した説明図である。

10

\*

【図 1】



11a, 11b, 11c: 燃料流路  
22: 酸化剤供給口  
23: 酸化剤排出口  
24: 燃料供給口  
25: 燃料排出口  
26: 第 1 の連通孔  
27: 第 2 の連通孔  
31: セパレータ板

\* 【図 8】 比較のために示すセパレータ部分にかかる面圧分布を示した説明図である。

【図 9】 本発明の一実施例に係わるセパレータ板の平面図である。

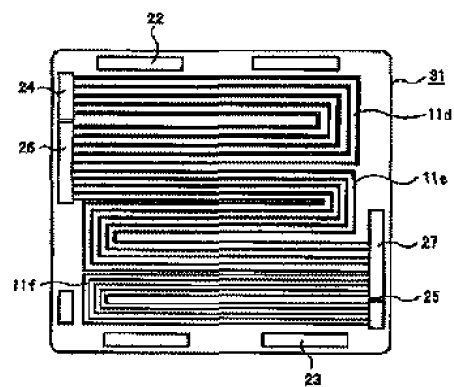
【図 10】 従来の燃料電池における単セルの概念的な構成を説明するための断面図である。

【図 11】 従来の燃料電池におけるセパレータ板の上面を示す説明図である。

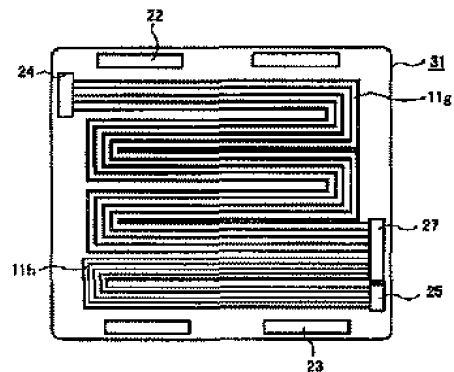
## 【符号の説明】

1, 2, 31, 51, 61 セパレータ板、3 酸化剤電極、4 燃料電極、5 電解質膜、10 酸化剤流路、11, 11a~11j 燃料流路、22 酸化剤供給口、23 酸化剤排出口、24 燃料供給口、25 燃料排出口、26, 27 連通孔、41 燃料電池、44 弾性体、45 シャフト、52 貫通孔。

【図 2】

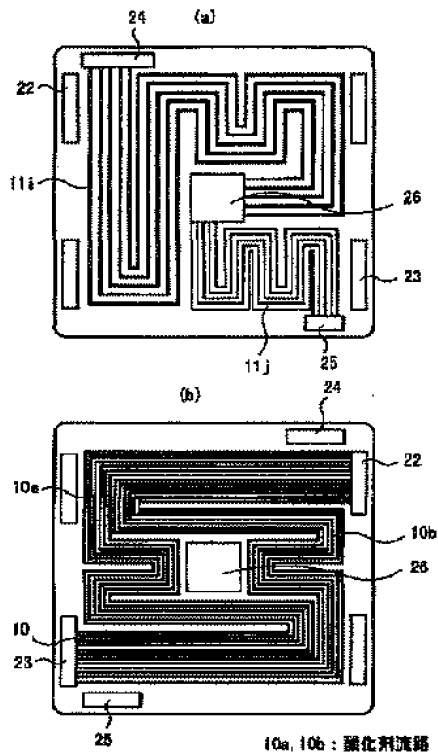


【図 3】

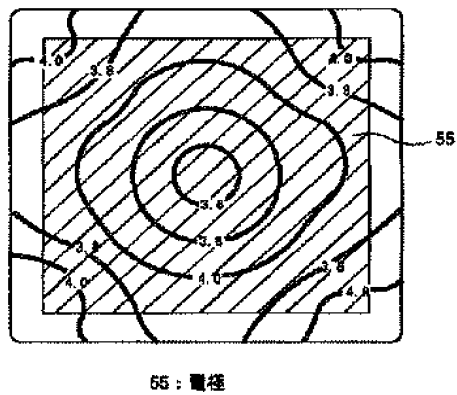




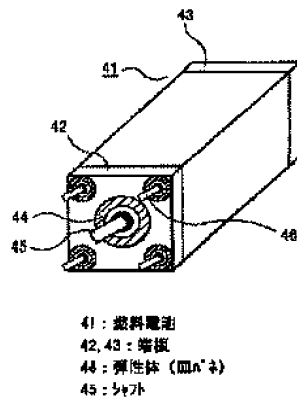
【図4】



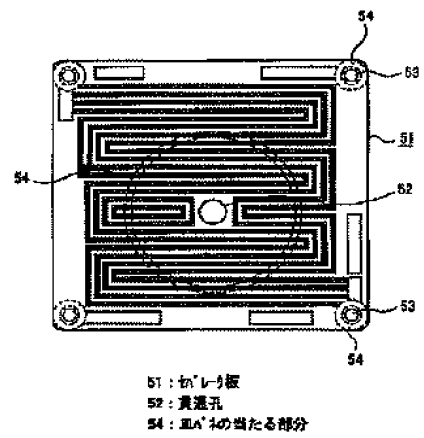
【図7】



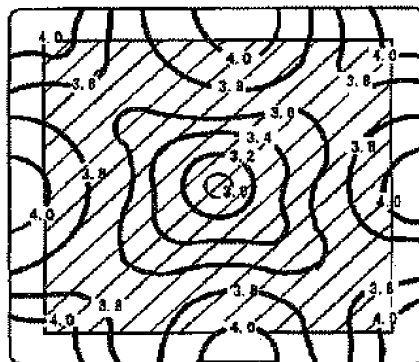
【図5】



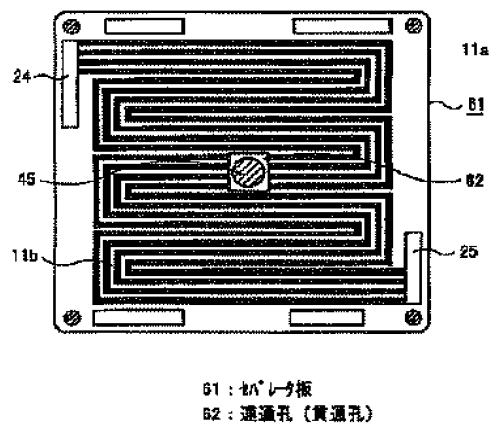
【図6】



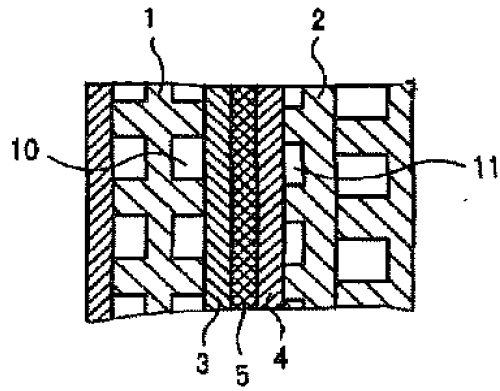
【図8】



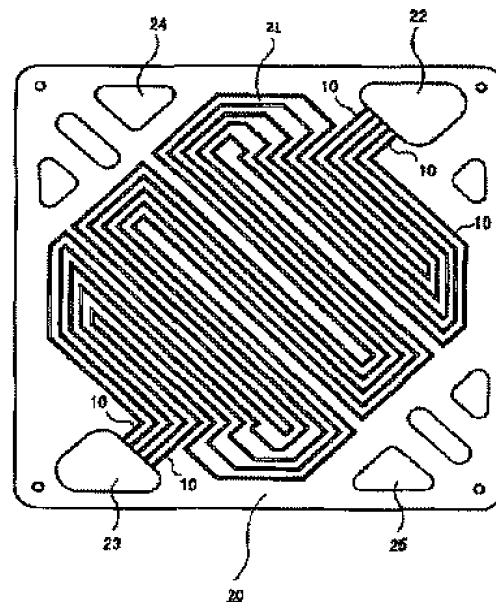
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 光田 憲朗  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H026 BB02 CC03 CC08 CX08 HH02

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第1区分  
 【発行日】平成17年1月27日(2005.1.27)

【公開番号】特開2000-195529(P2000-195529A)  
 【公開日】平成12年7月14日(2000.7.14)  
 【出願番号】特願平10-366823  
 【国際特許分類第7版】

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/24

【F I】

H 0 1 M 8/02 R

H 0 1 M 8/24 R

H 0 1 M 8/24 T

【手続補正書】

【提出日】平成16年2月24日(2004.2.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板の少なくともいずれかの流路の途中部分に、一のセパレータ板と他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにし、上記連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいことを特徴とする燃料電池。

【請求項2】

複数のセパレータ板の少なくともいずれかは複数本の流路を備え、連通孔よりも下流側の流路の本数が上流側の流路の本数よりも少ないことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。

【請求項3】

電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板の少なくともいずれかの流路の途中部分に、一のセパレータ板と他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにし、上記複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、上記連通孔よりも下流側の上記燃料流路を流れる上記燃料が供給される上記燃料電極の面積が、上流側の上記燃料流路を流れる上記燃料が供給される上記燃料電極の面積よりも小さいことを特徴とする燃料電池。

【請求項4】

複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路の投影面に配置したことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の燃料電池。

## 【請求項 5】

電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板それぞれの面内重心位置に設け上記積層体を貫通する貫通孔に、シャフトを挿入し、このシャフトの周りに設け電極面積の2割以上8割以下の断面積の弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたことを特徴とする燃料電池。

## 【請求項 6】

複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通した連通孔を設けたことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池。

## 【請求項 7】

連通孔を複数のセパレータ板それぞれの面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とすることを特徴とする請求項 6 に記載の燃料電池。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板の少なくともいずれかの流路の途中部分に、一のセパレータ板と他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにし、上記連通孔よりも下流側の流路の断面積が上流側の流路の断面積よりも小さいものである。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明に係る第2の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、複数のセパレータ板の少なくともいずれかは複数本の流路を備え、連通孔よりも下流側の流路の本数が上流側の流路の本数よりも少ないものである。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明に係る第3の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板の少なくともいずれかの流路の途中部分に、一のセパレータ板と他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記

同種流体同士が合流するようにし、複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本発明に係る第4の燃料電池は、上記第1ないし第3のいずれかの燃料電池において、複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、連通孔よりも下流側の燃料流路を、連通孔よりも下流側の酸化剤流路の投影面に配置したものである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明に係る第5の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セル、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えた複数のセパレータ板を具備し、上記単セルを介して上記複数のセパレータ板を積層した積層体からなる燃料電池において、上記複数のセパレータ板それぞれの面内重心位置に設け上記積層体を貫通する貫通孔に、シャフトを挿入し、このシャフトの周りに設け電極面積の2割以上8割以下の断面積の弾性体を介して、上記シャフトを軸として上記積層体の両端部間に押しつけ面圧を与えて上記積層体を締め付けたものである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明に係る第6の燃料電池は、上記第5の燃料電池において、複数のセパレータ板の少なくともいずれかは、流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通した連通孔を設けたものである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

本発明に係る第7の燃料電池は、上記第6の燃料電池において、連通孔を複数のセパレータ板それぞれの面内重心位置に設け、積層体を貫通する貫通孔とするものである。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

【発明の効果】

本発明の第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、上記燃料電極に燃料流体を供給する燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する酸化剤流路とを備えたセパレータ板を介して、順次積層した積層体からなる燃料電池において、上記セパレータ板の上記流路の途中部分に、他のセパレータ板の同種流体の流路と連通する連通孔を備え、上記燃料と酸化剤が反応する途中で上記連通孔によって上記同種流体同士が合流するようにしたもので、安定して高い特性を得ることができ、積層体のセル特性のばらつきが小さく、安定して高い特性を出すことができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

本発明の第2の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の流路の本数が上流側の流路の本数よりも少ないもので、積層体での反応ガスの流速を安定して保つことができるので、積層体のセル特性のばらつきが小さく、安定して高い特性を出すことができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

本発明の第3の燃料電池は、セパレータ板における、連通孔よりも下流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積が、上流側の燃料流路を流れる燃料が供給される燃料電極の面積よりも小さいもので、各積層体でほぼ均等に燃料が行き渡り、安定して高い特性を出すことができる。